

Pengenalan Benda di Jalan Raya dengan Metode Kalman Filter

Roslyn Yuniar Amrullah

7406040026

Abstrak

Computer Vision merupakan disiplin ilmu perpanjangan dari pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan. Tujuan dari *Computer Vision* adalah meniru fungsi mata dan otak pada manusia atau *human vision*. Salah satu proses yang penting dalam menghasilkan kemampuan setara human vision adalah pengenalan benda. Untuk mengenali objek dalam suatu video, dilakukan pemrosesan segmentasi dan deteksi terlebih dahulu. Untuk mengenali objek yang telah terdeteksi, metode yang digunakan adalah *Decision Tree* berdasarkan komposisi banyaknya pixel dalam satu objek terdeteksi. Sedangkan untuk pelacakan objek menggunakan metode *Kalman Filter* yang berupa estimator rekursif.

Kata kunci – pengolahan citra digital, *computer vision*, pengenalan benda, segmentasi, deteksi, *kalman filter*.

I. PENDAHULUAN

Dalam proyek ini, tugas utama yang diperlukan adalah segmentasi, deteksi, pelacakan, pengenalan, dan penghitungan. Keadaan jalan yang diproses adalah jalan yang lebar di saat keadaan tidak terlalu padat. Kamera yang digunakan untuk mengambil gambar haruslah tidak bergerak.

Proyek ini memiliki empat kemampuan yaitu mendeteksi sebuah objek baik yang bergerak yang terlihat di video, melacak pergerakan setiap objek yang terdeteksi di dalam video, mengenali setiap objek yang terdeteksi ke dalam satu jenis benda di antara mobil atau sepeda motor, serta menghitung jumlah setiap objek yang masih terlacak di dalam video dan mengelompokkan perhitungan berdasarkan jenisnya.

Dalam prosesnya, proyek ini menggunakan tiga metode utama untuk segmentasi, deteksi, dan pelacakan. Tujuan utama adalah bagaimana agar ketiga metode ini bisa berjalan dengan baik saling berdampingan. Metode yang paling utama dan paling penting adalah metode segmentasi yang sangat berpengaruh untuk proses-proses selanjutnya.

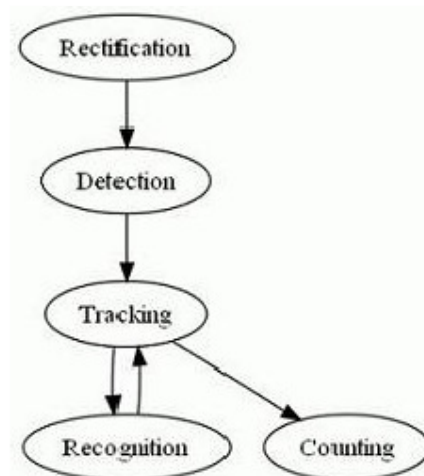
II. RUMUSAN MASALAH

Gambar yang ditangkap oleh kamera akan memiliki tingkat kompleksitas yang sangat tinggi dan memiliki banyak aspek di dalamnya yang masing-masing membutuhkan perhatian khusus.

Pertama, latar belakang akan sangat kompleks karena berupa keadaan suatu jalan. Kedua, akan ada banyak objek terlihat dalam satu waktu dengan ukuran, bentuk, serta posisi yang berbeda-beda dan sistem harus dapat mengenali objek-objek tersebut ke dalam suatu jenis benda secara tepat. Posisi dan jumlah objek yang terlihat tidak menentu dan itu akan menjadi suatu tantangan bagaimana melacak pergerakan masing-masing objek.

III. SOLUSI DAN ALGORITMA

Untuk mengatasi tantangan-tantangan di atas, solusi yang digunakan direpresentasikan dalam diagram berikut:



Gambar 3.1 Framework dari sistem

1. Object Detection

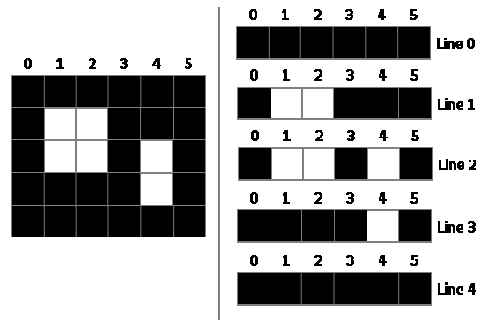
Deteksi objek menggunakan metode deteksi blob yaitu mendeteksi kumpulan titik-titik pixel yang memiliki warna berbeda (lebih terang atau lebih gelap) dari latar belakang dan menyatukannya dalam suatu region. Dalam buku tugas akhir ini, warna latar belakang ditentukan berwarna hitam sedang warna objek terdeteksi ditentukan berwarna putih (lebih terang).

Dalam deteksi blob, algoritma yang dipakai adalah algoritma growing regions. Algoritma ini digunakan untuk menemukan blob di dalam gambar dan bisa diaplikasi di sequence image. Konsep dari

algoritma ini adalah menampilkan image sebagai matrix dengan nilai pixel dan nilai garis yang sudah pasti. Contohnya, jika image adalah image grayscale, setiap pixel dari image tersebut pastilah memiliki nilai yang mengindikasikan tingkat kecerahan dari image tersebut pada titik pixel tersebut. Dalam algoritma growing regions ini, image yang dipakai adalah dalam format binary.

Frame yang diolah dengan algoritma ini adalah frame asli dan frame hasil segmentasi yang dalam tipe binary.

Algoritma growing regions tersebut ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.2 Pemeriksaan blob per garis dari suatu image

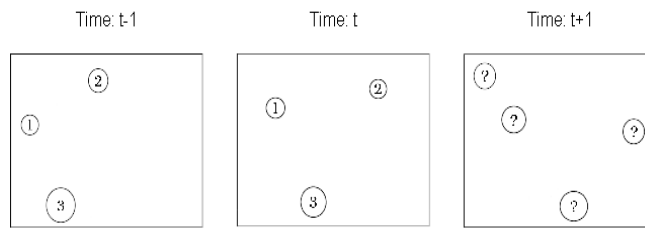
Gambar di atas adalah contoh penerapan algoritma growing regions pada image dengan ukuran 6x4 pixel. Gambar sebelah kiri adalah keseluruhan image yang telah disegmentasi (warna hitam merupakan background dan warna putih merupakan foreground). Setiap titik pixel image dalam tinggi (height) dianggap sebagai garis image. Gambar di sebelah kanan adalah proses penerapan algoritma growing regions.

2. Object Tracking

Pelacakan objek menggunakan metode Kalman Filter yang merupakan estimator rekursif. Untuk menggunakan Kalman Filter pada proses pelacakan, diasumsikan pergerakan objek antarframe adalah konstan. Setiap objek yang dilacak dinyatakan dengan atribut-atributnya seperti posisi, tinggi, lebar, kecepatan, atau ukuran yang secara kolektif disebut sebagai status dari objek tersebut.

Metode Kalman Filter menggunakan informasi dari objek terdeteksi di suatu frame dan status objek tersebut di frame sebelumnya untuk membuat suatu perkiraan dari status baru objek tersebut. Sebagai perumpamaan, mengetahui posisi dan kecepatan dari

suatu mobil pada frame sebelumnya bisa digunakan untuk mendapatkan perkiraan kasar dari posisi mobil di frame setelahnya.

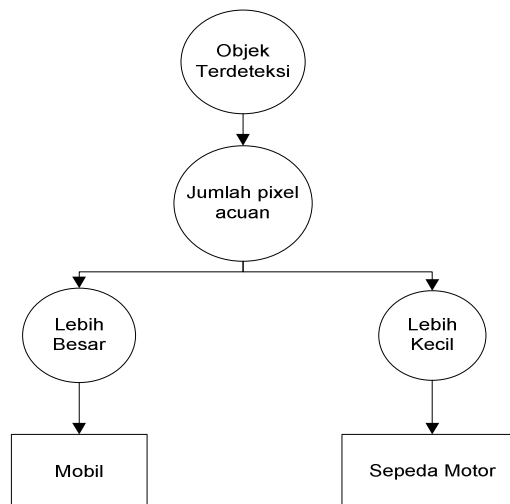


Gambar 3.3. Visualisasi skema pelacakan objek

Pada gambar di atas, setiap lingkaran mewakili objek-objek terdeteksi. Identitas objek pada frame t di gambar tersebut diketahui dengan mengamati frame sebelumnya yaitu frame $t-1$. Pada frame terbaru $t+1$, identitas dari objek tidak diketahui dan harus ditentukan dengan mengamati objek pada frame sebelumnya.

3. Object Recognition

Pada tahap ini, setiap objek yang dideteksi akan diklasifikasi ke salah satu antara dua jenis objek yang sudah didefinisikan yaitu mobil dan sepeda motor. Untuk melakukan klasifikasi pada objek yang terdeteksi digunakan pohon keputusan (*decision tree*) berbasis pada *hierarchical classifier*. Dalam penentuan jenis menggunakan *tree* ini banyak pixel digunakan sebagai bahan pengujian. Proses ini menggunakan tes sederhana dan cepat untuk mengklasifikasi objek ke dalam satu jenis tersendiri.



Gambar 3.4 Pengenalan objek dengan metode hierarchical clustering berdasarkan banyak pixel

Decision tree tidak memungkinkan untuk menemukan jenis baru. Jumlah pixel acuan ditentukan terlebih dahulu berdasarkan perkiraan rata-rata batas jumlah antara pixel mobil dan pixel sepeda motor.

4. Object Counting

Pada tahapan ini, akan dilakukan penghitungan objek terdeteksi dan terklasifikasi. Untuk membantu proses penghitungan, ditentukan sebuah frame boundary yang melingkupi area jalan raya yang akan dilalui objek kendaraan terdeteksi.

Jika suatu objek telah terlacak dan dikenali jenisnya, maka nilai penghitungan pada jenis itu akan bertambah satu angka. Penghitungan ini akan ditampilkan dalam satu tabel yang berisi hasil penghitungan objek yang bisa dihitung.

IV. HASIL DAN ANALISA

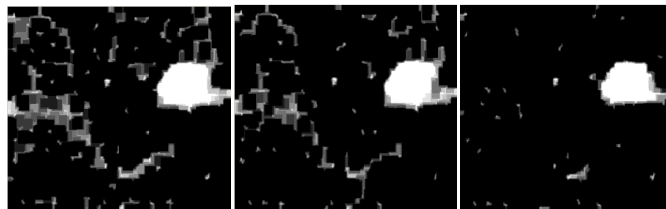
Pengujian dilakukan terhadap urutan frame untuk mengetahui ketepatan sistem dalam memproses jenis objek tersebut.

Berikut adalah sample data yang digunakan dalam pengujian. Pengujian ini dilakukan terhadap objek mobil. Dalam sample berdurasi 5 detik. Objek berada dalam frame t hingga frame $t+2$:



Gambar 4.1 Data Input Frame t sampai Frame $t+2$

Proses segmentasi dilakukan dengan Metode Gaussian Background Model. Metode ini sangat handal untuk memproses segmentasi pada benda bergerak dengan mengabaikan faktor lain kecuali gerakan benda tersebut. Berikut adalah hasil segmentasi dari data input di atas:



Gambar 4.2 Hasil Segmentasi Frame t sampai Frame $t+2$

Proses segmentasi berhasil dengan baik pada objek di kelima contoh frame. Objek tersegmentasi berwarna putih sedang latar belakang berwarna hitam dan noise diberi warna abu-abu untuk membedakan dari kumpulan pixel yang berpotensi sebagai objek.

Proses deteksi menggunakan Metode Growing Region berdasarkan hasil pada proses segmentasi sebelumnya berhasil mendeteksi objek pada frame tanpa kesalahan.



Gambar 4.3 Hasil Segmentasi Frame t sampai Frame $t+2$

Objek terdeteksi adalah yang berada dalam kotak berwarna kuning.

Proses pelacakan pada percobaan kedua berjalan dengan baik. Objek berhasil terlacak sebagai satu benda sejak frame awal hingga frame akhir.



Gambar 4.4 Hasil Pelacakan Objek Frame t – Frame $t+4$

Proses pengenalan menggunakan decision tree sederhana karena hasilnya diharapkan cepat dan tidak terlalu memakan waktu komputasi.

Pengujian terhadap data sample objek pada Frame t hingga Frame $t+2$ ditunjukkan pada tabel kesesuaian di bawah ini:

Tabel 4.1 Pengujian Terhadap Objek Mobil dalam Image Sequence

Gambar Objek	Jenis	Kesesuaian
	Car	Ok
	Car	Ok
	Car	Ok

Hasil pengujian menunjukkan metode decision tree yang digunakan dapat dengan tepat mengenali objek sebagai mobil.

Hasil penghitungan objek disajikan dalam tabel:

Tabel 4.2 Hasil penghitungan objek Percobaan 1

Jenis	Jumlah
Current	1
Car	1
Motorcycle	0

V. KESIMPULAN

Pada proses segmentasi dan pelacakan tidak semua data akan memberikan hasil baik dan sempurna. Metode Gaussian Background Model dan Metode Kalman Filter membutuhkan data dengan objek-objek yang jelas terpisah antara satu sama lain karena mudahnya terjadi error pada metode tersebut jika terjadi suatu kondisi di mana objek-objek saling berdekatan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Troni, G. & Sznitman, R. (2008). Computer Vision Final Project Report.
- [2] Funk, Nathan (2003). A Study of The Kalman Filter applied to Visual Tracking. Canada: University of Alberta.
- [3] Welch, G. and Bishop, G. (2001). An Introduction to Kalman Filter. Chapel Hill: University of North Carolina.

- [4] Young, Min Kim (2009). Object Tracking in Video Sequence.
- [5] Gonzales, R.C and Woods, R.E. (2002). Digital Image Processing Second Edition. Prentice Hall, New Jersey
- [6] Stauffer, C. and Grimson, W.E.L (1999) Adaptive Background Mixture Model for Real-time Tracking. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- [7] Wauthier, Fabian (2001). Motion Tracking. From: <http://www.cs.berkeley.edu/~flw/tracker>.